

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.2
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 18.09.2023 № 22

О присуждении Громыке Дмитрию Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка регламента проведения технического обслуживания рабочего оборудования экскаваторов при ликвидации очагов горения бурого угля» по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины принята к защите 13.07.2023, протокол заседания № 5, диссертационным советом ГУ.2 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета о создании диссертационного совета от 14.11.2022 № 1772 адм.

Соискатель, Громыка Дмитрий Сергеевич, 13 сентября 1996 года рождения, в 2019 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность.

С 2019 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры машиностроения в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре машиностроения в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Гоголинский Кирилл Валерьевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра метрологии, приборостроения и управления качеством, заведующий кафедрой (до 04.09.2023), ЗАО «Константа», главный научный сотрудник (с 04.09.2023).

Официальные оппоненты:

Лагунова Юлия Андреевна – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Уральский государственный горный университет», кафедра горных машин и комплексов, заведующая кафедрой;

Иов Иван Алексеевич – кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», кафедра горных машин и электромеханических систем, доцент;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»**, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Зотовым Василием Владимировичем, кандидатом технических наук, ио заведующего кафедрой кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения, председателем заседания и секретарем заседания Белянкиной Ольгой Владимировной, кандидатом технических наук, доцентом той же кафедры и утвержденном Филоновым Михаилом Рудольфовичем, доктором технических наук, профессором, проректором по науке и инновациям, указала, что результаты диссертационного исследования являются значимыми для науки с точки зрения разработки регламента технического обслуживания экскаваторов при их работе в условиях горения бурых углей, что позволит увеличить эффективность их работы в подобных условиях.

Соискатель имеет 4 опубликованные работы по теме диссертации, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международной базе данных и системе цитирования Scopus. Получен 1 патент РФ на изобретение.

Общий объем – 2,87 печатных листов, в том числе 1,75 печатных листов - соискателя.

Публикации в изданиях из перечня ВАК:

1. Громыка Д.С. Моделирование термической усталости зуба экскаватора при циклическом тепловом воздействии / Д.С. Громыка, К.В. Гоголинский, Э.А. Кремчеев // Горное оборудование и электромеханика. – 2021. – № 2 (154). – С. 23-29.

Соискателем проведено численное моделирование циклических термических нагрузок, возникающих при контактном взаимодействии

коронки зубьев ковшей экскаваторов с нагретым массивом угля и проведена оценка воздействия термической усталости на долговечность коронок.

2. Громыка Д.С. Обзор методов оценки механизмов изнашивания исполнительных органов горных машин / Д.С. Громыка, Т.Г. Утенкова, О.Ю. Короткова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2021. – № 2. – С. 75-86.

Соискателем проведен анализ методов оценки различных механизмов изнашивания исполнительного оборудования экскаваторов при их работе в условиях горения угольных пластов.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Gogolinskiy K.V. A modelling of cyclic thermal and impact loads on excavator bucket / K.V. Gogolinskiy, D.S. Gromyka, E.A. Kremcheev // International review of mechanical engineering. – 2021. – Vol. 15. – No 4. – P. 189-196 (рус.: Моделирование циклических термических и механических воздействий на ковш экскаватора).

Соискателем проведено численное моделирование контакта коронки и массива нагретого угля, произведен расчет величин напряжения и деформации коронки при различных величинах термического градиента и усилия на коронку при копании, а также проведен расчет усталостной долговечности коронки при различных нагрузках и выведена зависимость величин напряжения и усталостной долговечности от величин механических и термических нагрузок.

4. Gromyka D.S. Method of state and residual resource assessment of excavator bucket tooth caps / D.S. Gromyka, K.V. Gogolinskiy // Russian Journal of Nondestructive Testing – 2022. – Vol. 58. – No 5. – P. 381-390 (рус.: Методика диагностирования состояния и оценки остаточного ресурса коронок зубьев ковшей экскаваторов).

Соискателем проведены диагностические исследования на базе Коркинского разреза величин твердости и показателя дефектности поверхностного слоя коронок, выведена зависимость изменения данных величин, измеренных в области формирования максимального наклепа поверхности коронки, от величин срока эксплуатации, и на основе полученной зависимости предложена методика оценки остаточного ресурса коронок.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

5. Патент № 279665 Российская Федерация, МПК G01M 13/00 (2006.01), G01M 15/05 (2006.01). Способ определения остаточного ресурса деталей машин. Заявка № 2022119549. Дата приоритета: 18.07.2022. Дата

регистрации: 05.05.2023. Авторы: Громыка Д.С., Гоголинский К.В., Смирнов Ю.Д., Кремчеев Э.А. Заявитель: СПГУ. – 9 с.

Соискателем проведен патентный поиск, а также описан алгоритм осуществления оценки остаточного ресурса коронок по разработанной методике.

Апробация работы проведена на:

1. Всероссийская (национальная) научная конференция «Фундаментальные и прикладные исследования. Актуальные проблемы и достижения», Санкт-Петербург, 11 декабря 2020 г.

2. Научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение», Санкт-Петербург, 09-26 марта 2021 г.

3. XIX Всероссийский конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования», Санкт-Петербург, 12-16 апреля 2021 г.

4. VIII Международная научно-практическая конференция «IPDME-2021», Санкт-Петербург, 13-15 апреля 2021 г.

5. 79-ая Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы современной науки, техники и образования», Магнитогорск, 19-23 апреля 2021 г.

6. XXXIII Уральская конференция «Физические методы неразрушающего контроля (Янусовские чтения)», Екатеринбург, 19-20 апреля 2022 г.

7. Научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение», Санкт-Петербург, 21 апреля 2022 г.

В диссертации Громыки Дмитрия Сергеевича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: доцента кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности ФГАОУ ВО «ГУАП», к.т.н., доцента К.В. Епифанцева; профессора кафедры «Горная электромеханика» ФГАОУ ВО «ПНИПУ», д.т.н., доцента Д.И. Шишлянникова; научного сотрудника лаборатории ТОиР ООО «НИИОГР», к.т.н. Т.И. Красниковой; ведущего специалиста ООО «Константа», к.т.н. П.В. Соломенчука; генерального директора ООО «Эковит» В.Ю. Большакова; президента РОНКТ, д.т.н., профессора В.А. Сясько; старшего научного сотрудника лаборатории комплексных методов контроля ФГБУН Института физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, к.т.н. Михайлова А.В.

В отзывах дана положительная оценка проведенных исследований, отмечена актуальность проблематики и практическая значимость

разработанной методики оценки остаточного ресурса коронок зубьев ковшей экскаваторов, а также предложенного регламента технического обслуживания экскаваторов по оценке текущего состояния коронок.

В отзывах был отмечен ряд замечаний:

1. В актуальности исследования автором не представлено ни одной цифры, ее подтверждающей **(к.т.н. Красникова Т.И.);**
2. Говоря о разработанной «методике оценки эффективности состояния коронок зубьев ковшей экскаваторов», автор, тем не менее, не приводит в автореферате ее схему, что затрудняет общее восприятие данной методики **(к.т.н. Красникова Т.И.);**
3. К сожалению, в автореферате отсутствуют экономические расчеты, т.е. не представлен экономический эффект от реализации результатов данного исследования **(к.т.н. Красникова Т.И.);**
4. Почему для расчета числа усталостных циклов выбрана именно модель Coffin-Manson-Basquin? Проводились ли сравнения результатов расчета в другом программном обеспечении? **(Большаков В.Ю.);**
5. Не до конца ясно, каким образом внедрение методики повышает эффективность работы экскаваторов. На мой взгляд, необходимо было бы привести какой-нибудь расчет, и оценить данное повышение количественно **(Большаков В.Ю.);**
6. Не совсем понятно как результаты математического моделирования, проводимого в работе, соотносятся с экспериментальными исследованиями, ведь при моделировании не учитывается изменение состояния поверхностного слоя при контакте **(к.т.н. Соломенчук П.В.);**
7. На графике изменения твердости задней части коронки, отображенном на рисунке 3, можно увидеть, что твердость резко увеличивается ко второй неделе эксплуатации, затем падает, а после плавно увеличивается. С чем может быть связан такой пик значения твердости? **(к.т.н. Соломенчук П.В.);**
8. Марка стали, из которой изготовлена коронка, не приведена в автореферате, но присутствует в тексте диссертации **(к.т.н. Михайлов А.В.);**
9. Почему в качестве материала коронки выбрана сталь 30ХГСА? **(к.т.н. Михайлов А.В.);**
10. Не до конца понятен сам регламент технического обслуживания, предлагаемый соискателем: как именно измеряется остаточный ресурс, как определяется необходимость замены коронки, кто конкретно проводит измерения на предприятии? **(к.т.н. Михайлов А.В.);**
11. Отсутствуют исследования влияния мешающих параметров на результаты измерения чисел твердости по Либу. В частности, известно, что допустимые абсолютные погрешности Δ динамических твердомеров в указанном диапазоне составляют порядка +/- 15 HLD. Шероховатость поверхности и ее вариация, а также изменение толщины слоя наклепа в зоне контроля коронок будут приводить к дополнительной погрешности Δ_d , величина которой не установлена (либо не приведена в автореферате),

однако, из общих соображений, может быть сопоставима с Δ_a . Тогда диапазон измерений показаний твердомера должен быть записан как: $440 \pm (\Delta_d + \Delta_a) \dots 490 \pm (\Delta_d + \Delta_a)$. В этом случае, при указанных (предполагаемых) величинах Δ_a и Δ_d верхняя и нижняя границы указанного автором диапазона изменения твердости практических «схлопнутся», что может потребовать дополнительных мер и приёмов, не рассмотренных и не проанализированных автором, которые обеспечат приемлемую достоверность информации для принятия решений по регламенту (д.т.н. **Сясько В.А.**);

12. Аналогичные замечания могут быть отнесены к пункту, касающемуся проведения ВТ контроля, однако с учетом установленного автором диапазона изменения показаний дефектоскопа – глубиномера, влияние мешающих параметров (магнитной проницаемости, электропроводности, раскрытия трещин и вариации толщины наклепа) будут не столь существенны (д.т.н. **Сясько В.А.**);

13. Не рассмотрены вопросы метрологического обеспечения основных положений проекта методики неразрушающего контроля (д.т.н. **Сясько В.А.**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их работой в ведущих профильных организациях, занимающихся исследованиями в области машиностроения и горных машин, а также высоким профессиональным авторитетом в области геотехнологии и горных машин.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана экспериментальная методика повышения эффективности эксплуатации экскаваторов при ликвидации очагов горения бурого угля, основанная на разработке и внедрении нового регламента технического обслуживания экскаваторов, основанного на принципах стратегии технического обслуживания по текущему состоянию;

предложен оригинальный подход к оценке текущего состояния и остаточного ресурса рабочего органа экскаваторов, основанный на диагностировании изменения твердости и показателя дефектности поверхностного слоя коронок зубьев ковшей экскаваторов;

доказано наличие зависимости твердости и показателя дефектности поверхностного слоя коронок зубьев ковшей экскаваторов, измеренных в области формирования наклепанного слоя от величины срока эксплуатации коронок;

введено в качестве диагностического параметра состояния поверхностного слоя коронок понятие «показатель дефектности поверхностного слоя», являющегося интегральным показателем, характеризующим количество и

средний размер поверхностных дефектов в области зоны контроля вихретокового преобразователя и учитывающим также изменение магнитной проницаемости материала.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:
доказано, что изменение технического состояния коронок зубьев ковшей экскаваторов характеризуется соответствующим изменением значений твердости и показателя дефектности поверхностного слоя, измеренных в области формирования наклепанного слоя;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс методов контроля состояния коронок зубьев ковшей экскаваторов, включающий методы неразрушающего контроля, численное моделирование, а также эмпирические расчётные методики;

изложены основные положения численного моделирования процесса контактного взаимодействия коронки зуба ковша экскаватора с горящим массивом бурого угля, позволяющие оценить возникающие в коронке напряжения и деформации при различных величинах действующих усилий на коронку, а также оценить величину усталостного ресурса поверхностного слоя металла коронки;

раскрыты особенности процесса изнашивания и изменения свойств поверхностного слоя коронок при работе экскаваторов в условиях действия высоких температур;

изучена взаимосвязь между параметрами режимов работы экскаваторов в условиях высокотемпературного горного массива и твердостью и показателем дефектности поверхностного слоя коронок;

проведена модернизация существующих подходов к численному моделированию процесса контактного взаимодействия коронки и нагретого массива угля, заключающаяся в исследовании динамики внедрения коронки зуба в массив и расчете контактного давления, оказываемого дискретными элементами массива угля на материал коронки, для расчета величин напряжения и деформации коронки.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена методика оценки остаточного ресурса коронок зубьев ковшей экскаваторов, основанная на диагностировании твердости и показателя дефектности поверхностного слоя коронок;

определена перспектива использования разработанной методики для перехода к стратегии технического обслуживания экскаваторов по текущему состоянию на месторождениях со сложными горно-геологическими условиями;

создан новый регламент технического обслуживания экскаваторов по текущему состоянию рабочего оборудования экскаваторов на основе разработанной методики оценки остаточного ресурса коронок;

представлены практические рекомендации по внедрению разработанного регламента в существующую систему технического обслуживания;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ применены стандартизованные методы неразрушающего контроля при оценке состояния поверхностного слоя коронок, использованы средства измерения утвержденного типа, прошедшие поверку, исследования выполнены в реальных условиях;

теория построена на известных и проверяемых фактах и данных, свидетельствующих об увеличении твердости и появлении поверхностных усталостных трещин при циклических механических воздействиях и термической нагрузке, и согласуется с опубликованными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе и обобщении полученных ранее результатов исследований в области изменения состояния поверхностного слоя металла при циклических механических и термических воздействиях, а также эксплуатации горных машин;

использовано сравнение полученных в диссертационном исследовании результатов численного анализа с результатами измерений в реальных условиях эксплуатации, показавшее удовлетворительную сходимость;

установлено качественное и количественное совпадения результатов исследования с данными, представленными в работах, опубликованных в открытой печати;

использованы современные методы и приборы контроля состояния поверхностного слоя, позволяющие оценить изменение твердости и показателя дефектности поверхностного слоя коронки по мере эксплуатации экскаваторов;

Личный вклад соискателя состоит в проведении обзорных исследований методик оценки остаточного ресурса элементов рабочего оборудования экскаваторов; построении численной модели для оценки усталостного ресурса коронок зубьев экскаваторов при циклических термических и механических нагрузках; проведении экспериментальных работ по измерению твердости и показателя дефектности поверхностного слоя коронок зубьев ковшей экскаваторов, работающих при ликвидации очагов эндогенного горения на угольных разрезах; разработке методики оценки остаточного ресурса коронок зубьев ковшей экскаваторов по значениям твердости и показателя дефектности поверхности; разработке рекомендаций по внедрению нового регламента для повышения

эффективности технического обслуживания рабочего оборудования экскаваторов, работающих в условиях эндогенного горения угольных пластов; участия в подготовке публикаций по теме исследования.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Громыка Д.С. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 18.09.2023 г. диссертационный совет ГУ.2 принял решение присудить **Громыке Д.С.** ученую степень кандидата технических наук за решение научно-практической задачи по повышению эффективности работы экскаваторов при ликвидации очагов горения бурых углей за счет разработки и внедрении регламента технического обслуживания экскаваторов, основанного на методике оценки остаточного ресурса по изменению твердости и показателя дефектности поверхностного слоя коронок, имеющей значение для развития горной отрасли страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета



Ученый секретарь
диссертационного совета

Зубов
Владимир Павлович

Ковальский
Евгений Ростиславович

18.09.2023 г.